



2824
S. Stevenson
JD 2 54401
ATTORNEY DOCKET NO.: JC-6856-C

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of
CHIA-LIN HSU; TENG-CHUN TSAI;
YUNG-TSUNG WEI; AND HSUEH-CHUNG
CHEN

Group Art Unit: N/A

Examiner: N/A

Serial No.: 09 / 802,048

Filed: MARCH 8, 2001

For: METHOD OF FABRICATING A
DAMASCENE STRUCTURE

RECEIVED
MAY -9 2001
10:00:00 AM ROOM

TRANSMITTAL OF FOREIGN PATENT FOR CLAIMING FOREIGN PRIORITY
UNDER 35 USC § 119

Box Non-Fee Amendment
Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Dear Sir or Madam:

Transmitted herewith is a certified copy of the Taiwan
Patent. The pertinent information is as follows:

Application number: 090102333

Taiwan application filing date: February 5, 2001

Dated: May 2, 2001

Respectfully submitted,

Charles C.H. Wu
Reg. No. 39,081
Attorney for Applicant

CHARLES C.H. WU & ASSOCIATES
A PROFESSIONAL CORPORATION
7700 Irvine Center Drive, Suite 710
Irvine, California 92618-3043
Tel: (949) 251-0111
Fax: (949) 251-1588

CERTIFICATE OF MAILING

I hereby certify that this paper or fee (along with any paper referred to as being attached or enclosed) is being deposited on the date shown below with the United States Postal Service in an envelope addressed to: Box Non-Fee Amendment, Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231

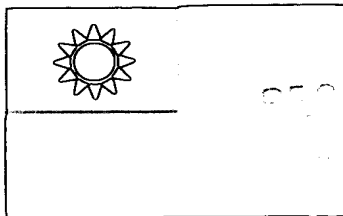
☒ 37 CFR 1.8(a)
with sufficient postage as First Class Mail.

☐ 37 CFR 1.10
as "Express Mail Post Office to Addressee"
Mailing label no.: _____

Date: May 2, 2001



Shirley Chen



RECEIVED

9 2001

TC 2800 MAIL ROOM



中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，

其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this office of the application as originally filed which is identified hereunder:

申請日：西元 2001 年 02 月 05 日
Application Date

申請案號：090102333
Application No.

申請人：聯華電子股份有限公司
Applicant(s)

局長
Director General

陳明邦

發文日期：西元 2001 年 3 月 26 日
Issue Date

發文字號：09011004526
Serial No.

申請日期	
案 號	
類 別	

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、發明 名稱	中 文	金屬鑲嵌結構之製造方法
	英 文	
二、發明 創作人	姓 名	1 許嘉麟 2 蔡騰群 3 魏詠宗 4 陳學忠
	國 籍	中華民國
	住、居所	1 台北市健康路 181 號 6 樓 2 新竹市金竹路 102 巷 11 號 2 樓 3 台南縣白河鎮內角里五鄰 61 號 4 台北縣永和中市中正路 190 巷 2 號 4 樓
三、申請人	姓 名 (名稱)	聯華電子股份有限公司
	國 籍	中華民國
	住、居所 (事務所)	新竹科學工業園區新竹市力行二路三號
	代 表 人 名 姓	宣明智

四、中文發明摘要（發明之名稱：

金屬鑲嵌結構之製造方法

)

一種金屬鑲嵌結構之製造方法，此方法係在基底上形成一層介電層後，定義介電層形成暴露部分基底之一開口。接著於基底上形成一層阻障層以及於基底上形成填滿開口之一層金屬層。之後，進行化學機械研磨步驟，使用第一研磨液研磨金屬層以及使用具有氧化劑之第二研磨液研磨阻障層，以形成一金屬鑲嵌結構。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

英文發明摘要（發明之名稱：

)

裝

訂

線

五、發明說明 (|)

本發明是有關於一種半導體元件多重內連線 (Multi-Level Interconnects) 的製造方法，且特別是有關於一種金屬鑲嵌結構(Damascene)之製造方法。

在半導體製程進入深次微米領域後，常利用銅取代鋁製作內連線。這是由於銅具有電子遷移阻抗值為鋁之 30 至 100 倍、介層窗阻抗值降低 10 至 20 倍以及銅之電阻值比鋁低 30%之特點。因此利用銅導線製程配合使用低介電常數(Low K)材料之金屬間介電層(Inter-Metal Dielectrics)，可有效降低電阻電容延遲(RC Delay)以及提升電子遷移(Electromigration)之特性。因為蝕刻銅是非常不容易的，所以利用金屬鑲嵌製程取代傳統之導線製程製作銅導線。

在金屬鑲嵌製程中，銅化學機械研磨(Cu CMP)是一項不可或缺之製程技術。由於銅本身硬度低，而容易在研磨過程中造成銅表面產生刮傷(Scratch)。此外使用之低介電常數材料必須有低於 3 之介電常數。而有機高分子(Organic Polymers)一般比無機氧化物(Inorganic Oxide)與氮化物，具有較低的介電常數，所以常用來製作金屬間介電層。但是有機高分子低介電常數材料之成分中，碳元素所佔的比例非常高，因此在銅化學機械研磨製程中使低介電常數材料外露，極可能產生富碳顆粒(Carbon-Rich Particle)吸附在銅金屬表面而產生製程缺陷(Defect)。由於此兩種缺陷對良率或可靠度有關鍵性之影響，因此如何避免刮傷及富碳顆粒吸附在銅金屬表面上，為金屬鑲嵌結構製造方法之重要課題。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明（乙）

本發明之一目的為提出一種金屬鑲嵌結構之製造方法以避免富碳顆粒吸附在金屬層表面。

本發明之另一目的為提出一種金屬鑲嵌結構之製造方法以避免研磨金屬層時所造成的缺陷或刮傷之形成。

本發明之再一目的為提出一種金屬鑲嵌結構之製造方法以增加元件之良率以及可靠度。

本發明提出一種金屬鑲嵌結構之製造方法，此方法係在基底上形成一層介電層後，定義介電層形成暴露部分基底之一開口。接著於基底上形成一層共形阻障層以及於基底上形成填滿開口之一層金屬層。之後，進行化學機械研磨步驟，使用第一研磨液研磨金屬層，以去除開口以外的金屬層，之後，再使用具有氧化劑之第二研磨液研磨去除開口以外的阻障層，以形成一金屬鑲嵌結構。

本發明之特徵為在研磨阻障層時，於阻障層研磨液中加入少量氧化劑，使金屬層與氧化劑作用而改變金屬層之界面導電位，使富碳離子不易附著在金屬層表面以及造成刮傷而減少製程缺陷，以增加元件之良率與可靠度。

為讓本發明之上述和其他目的、特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉一較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下：

圖式之簡單說明：

第 1A 圖至第 1D 圖是依照本發明一較佳實施例一種金屬鑲嵌結構之製造方法示意圖。

圖式標號之簡單說明：

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝
訂
線

五、發明說明 (3)

100：基板

102：介電層

104：開口

106：阻障層

108：金屬層

110、112：研磨液

114：溶液

116：氧化層

實施例

本發明較佳實施例之一種金屬鑲嵌結構之製造方法之示意圖分別以第 1A 圖至第 1D 圖來說明。

請參照第 1A 圖。提供一基底 100(為簡化起見，基底 100 內之元件並未繪出)。在基底 100 上，形成一層介電層 102。此介電層 102 材質為低介電常數之介電物質，例如是氣相沈積高分子 (Vapor-Phase Deposition Polymers，VPDP)、旋塗式高分子 (Spin-on Polymer，SOP)或旋塗式玻璃 (Spin-on Glass，SOG)。包括含氟有機高分子、氟化烓 (Fluorinated Hydrocarbon)、氟化聚亞芳香基醚 (Fluonirated Poly (Arylene Ether)，FLARE)、不含氟的芳香基高分子 (Aromatic Polymer) 或氫化矽倍半氧化物 (Hydrogen Silsesquioxane，HSQ)等。形成介電層 102 之方法例如是旋轉塗佈法或化學氣相沈積法。

接著定義介電層 102 形成一開口 104。開口 104 例如為一欲形成雙重金屬鑲嵌結構之金屬鑲嵌開口或是欲形成

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(4)

金屬導線之溝渠，或者為一欲形成插塞之介層窗開口或接觸窗開口或任何欲形成鑲嵌結構之開口(圖式中僅以雙重金屬鑲嵌開口表示)。開口 104 例如是利用微影蝕刻技術定義介電層 102 所形成之。

接著請參照第 1B 圖，於基底 100 上形成一層阻障層 106，此阻障層 106 共形於基底 100 表面，並覆蓋於介電層 102 上。阻障層 106 之材質例如是氮化鉭(TaN)，形成方法包括先以磁控 DC 濺鍍之方式，在晶圓表面沈積一層鉭金屬，之後將此晶圓置於含氮氣或氨氣之環境中藉高溫將鉭氮化成氮化鉭之氮化反應法(Nitridation)。或使用金屬靶成分為鉭，利用氬氣與氮氣所混合之反應氣體，經由離子轟擊而濺出的鉭，將與電漿內因解離反應所形成之氮原子形成氮化鉭並沈積在晶圓表面之反應性濺鍍法(Sputtering)。

之後，形成一金屬層 108 於阻障層 106 上，並填滿開口 104。形成金屬層 108 之方法例如是物理氣相沈積法(Physical Vapor Deposition, PVD)、化學氣相沈積法或濺鍍法。此金屬層 108 例如是銅、鎢、鋁等金屬。

接著請參照第 1C 圖，在形成金屬鑲嵌結構的過程中，必須移除開口 104 以外之部分金屬層 108，因此接著進行化學機械研磨製程。利用研磨液 110 對金屬層 108 進行化學機械研磨，以阻障層 106 為研磨終止層移除部分金屬層 108，直到暴露出阻障層 106。

研磨液 110 例如是金屬層研磨液，包括水、研磨粒、界面活性劑、緩衝液以及抗腐蝕劑等。界面活性劑是用來

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明(ㄟ)

分散研磨粒，以避免研磨粒發生凝結或聚集。緩衝液是用來控制研磨液 110 之酸鹼值。抗腐蝕劑用於防止研磨液 110 腐蝕金屬層 108。

接著請參照第 1D 圖，進行阻障層 106 之化學機械研磨製程，並完成金屬鑲嵌結構。因為在進行阻障層 106 化學機械研磨製程時，在移除阻障層 106 之後，會持續研磨介電層 102 而產生了富碳顆粒。此富碳顆粒容易吸附在金屬層 108 之表面，而形成缺陷。

因此，本發明在進行研磨阻障層 106 時，除了使用用以研磨阻障層 106 之研磨液之外，更加入一可改變金屬層 108 界面導電位(Zeta Potential)之溶液，此溶液例如是一含有氧化劑之溶液。因為氧化劑會與金屬層 108 產生反應，於金屬層 108 表面形成一層硬度較高之氧化層 116。而此氧化層 116 之界面導電位值與富碳顆粒之界面導電位接近，而且具有相同電性。因此可以排斥富碳顆粒，防止富碳顆粒吸附在金屬層 108 之表面以及防止研磨顆粒在研磨過程中刮傷金屬層 108 表面，進而可避免產生製程缺陷。換言之，氧化層 116 可以保護金屬層 108 之表面，並使金屬層 108 表面不易刮傷而較為光滑。

添加氧化劑之方式可直接加於研磨液 112 中，或把氧化劑配成溶液 114 再經由與研磨液 112 不同之管路直接添加於研磨墊上直接混合。因此，溶液 114 為低濃度之氧化劑溶液。氧化劑例如是碘酸鉀(KIO_3)、過氧化氫(H_2O_2)、硝酸鐵($\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$)或過硫酸銨($(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$)。而氧化劑在整個

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明(6)

研磨液中之濃度為 0.1%至 5%之間。

研磨液 112 例如是阻障層研磨液，包括水、研磨粒、界面活性劑、緩衝液以及抗腐蝕劑等。界面活性劑是用來分散研磨粒，以避免研磨粒發生凝結或聚集。緩衝液是用來控制研磨液 112 之酸鹼值，使研磨液 112 之酸鹼值為中性或鹼性。抗腐蝕劑用於防止研磨液 112 腐蝕金屬層 108。

根據本發明之較佳實施例，利用加入氧化劑之研磨阻障層研漿，進行化學機械研磨製程，並於晶圓上檢測總缺陷數(Total Defect)。可得到未加入氧化劑所進行之化學機械研磨，晶圓上總缺陷數為 1101，而加入氧化劑所進行之化學機械研磨，晶圓上總缺陷數為 22，其中大幅減少之缺陷數，即為金屬層表面刮傷及富碳顆粒所造成之缺陷。證明本發明在阻障層研磨液中添加氧化劑確實可達到減少製程缺陷之效果。

本發明在研磨阻障層之研磨液中添加氧化劑，藉以改變金屬層之界面導電位，可減少金屬層表面刮傷及富碳顆粒所造成之缺陷，可增加元件之良率以及可靠度。

雖然本發明已以一較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

六、申請專利範圍

- 1.一種金屬鑲嵌結構之製造方法，該方法包括：
提供一基底；
於該基底上形成一介電層；
定義該介電層以形成一開口，該開口暴露部分該基底；
於該基底上形成一阻障層，該阻障層共形於該基底表面；
於該基底上形成一金屬層，以填滿該開口並覆蓋於該阻障層上；
進行第一化學機械研磨步驟，使用一第一研磨液研磨該金屬層，以暴露該阻障層；以及
進行第二化學機械研磨步驟，使用一第二研磨液以及可改變該金屬層界面導電位之一溶液研磨該阻障層，以去除該開口以外所覆蓋之該阻障層而形成一金屬鑲嵌結構。
- 2.如申請專利範圍第 1 項所述之金屬鑲嵌結構之製造方法，其中可改變該金屬層界面導電位之該溶液包括含有一氧化劑之溶液。
- 3.如申請專利範圍第 2 項所述之金屬鑲嵌結構之製造方法，其中該氧化劑係選自碘酸鉀、過氧化氫、硝酸鐵以及過硫酸銨所組之族群。
- 4.如申請專利範圍第 2 項所述之金屬鑲嵌結構之製造方法，其中可改變該金屬層界面導電位之溶液之該氧化劑濃度為該第二研磨液的 0.1%至 5%。
- 5.如申請專利範圍第 2 項所述之金屬鑲嵌結構之製造

六、申請專利範圍

方法，其中該氧化劑之添加方式包括直接加於該第二研磨液中或把該氧化劑配成溶液再經由與該第二研磨液不同之管路直接添加於研磨墊上直接混合。

6.如申請專利範圍第 1 項所述之金屬鑲嵌結構之製造方法，其中該介電層之材質為低介電常數材料係選自含氟有機高分子、氟化烴、氟化聚亞芳香基醚、非氟芳香基高分子、氫化矽倍半氧化物等所組之族群。

7.如申請專利範圍第 1 項所述之金屬鑲嵌結構之製造方法，其中該金屬層之材質係選自銅、鎢、鋁等所組之族群。

8.如申請專利範圍第 1 項所述之金屬鑲嵌結構之製造方法，其中該第二研磨液之酸鹼值為中性。

9.如申請專利範圍第 1 項所述之金屬鑲嵌結構之製造方法，其中該第二研磨液之酸鹼值為鹼性。

10.如申請專利範圍第 1 項所述之金屬鑲嵌結構之製造方法，其中該開口包括一雙重金屬鑲嵌結構之金屬鑲嵌開口、一欲形成金屬導線之溝渠、一欲形成插塞之介層窗開口、一接觸窗開口以及任何欲形成鑲嵌結構之開口其中之一。

11.一種金屬鑲嵌結構之製造方法，該方法包括：

提供一基底，該基底包括具有一開口之一介電層、共形於該基底表面之一阻障層以及填滿該開口之一金屬層；

進行第一化學機械研磨步驟，使用一第一研磨液研磨

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

六、申請專利範圍

該金屬層；以及

進行第二化學機械研磨步驟，使用含有氧化劑之一第二研磨液研磨該阻障層，以形成一金屬鑲嵌結構。

12.如申請專利範圍第 11 項所述之金屬鑲嵌結構之製造方法，其中該氧化劑之添加方式包括直接加於該第二研磨液中或把該氧化劑配成溶液再經由與該第二研磨液不同之管路直接添加於研磨墊上直接混合。

13.如申請專利範圍第 11 項所述之金屬鑲嵌結構之製造方法，其中該氧化劑係選自碘酸鉀、過氧化氫、硝酸鐵以及過硫酸銨所組之族群。

14.如申請專利範圍第 11 項所述之金屬鑲嵌結構之製造方法，其中該第二研磨液之該氧化劑濃度為 0.1%至 5%。

15.如申請專利範圍第 11 項所述之金屬鑲嵌結構之製造方法，其中該第二研磨液之酸鹼值為中性。

16.如申請專利範圍第 11 項所述之金屬鑲嵌結構之製造方法，其中該第二研磨液之酸鹼值為鹼性。

17.如申請專利範圍第 11 項所述之金屬鑲嵌結構之製造方法，其中該金屬層之材質係選自銅、鎢、鋁等所組之族群。

18.一種阻障層研磨液，其組成包括一氧化劑、研磨粒、一界面活性劑、一緩衝液以及一抗腐蝕劑。

19.如申請專利範圍第 18 項所述之阻障層研磨液，其中該氧化劑係選自碘酸鉀、過氧化氫、硝酸鐵以及過硫酸銨所組之族群。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

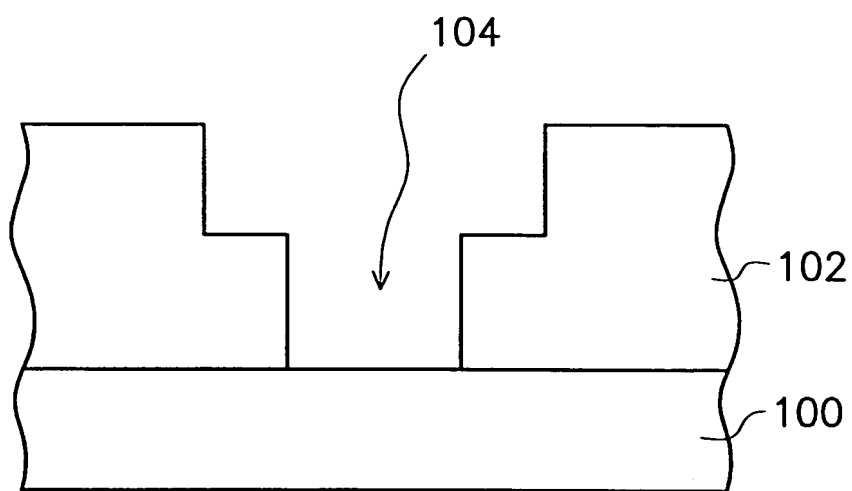
20.如申請專利範圍第 18 項所述之阻障層研磨液，其中該氧化劑濃度為 0.1%至 5%。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

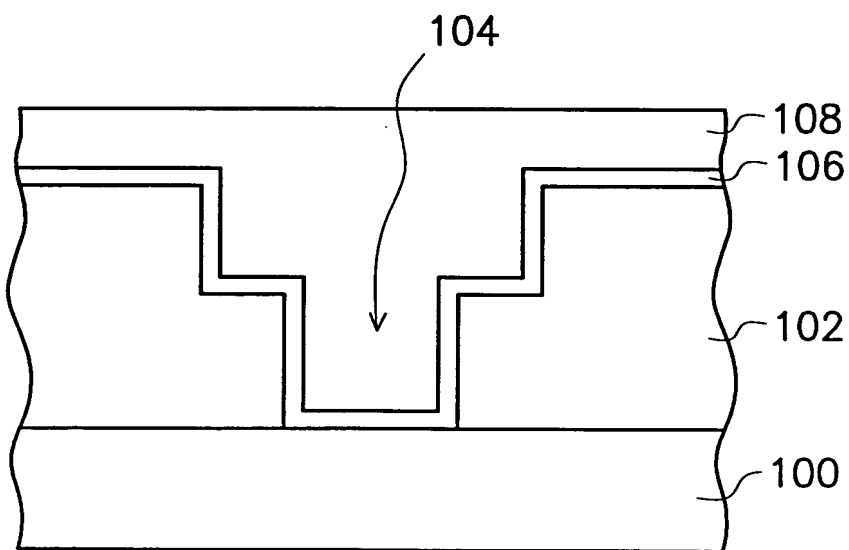
裝

訂

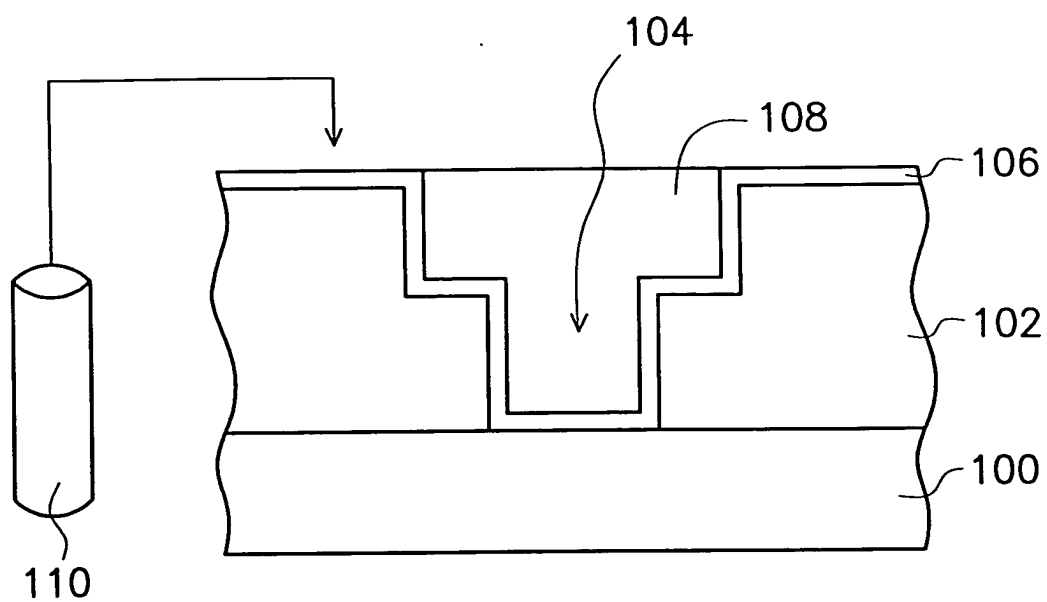
線



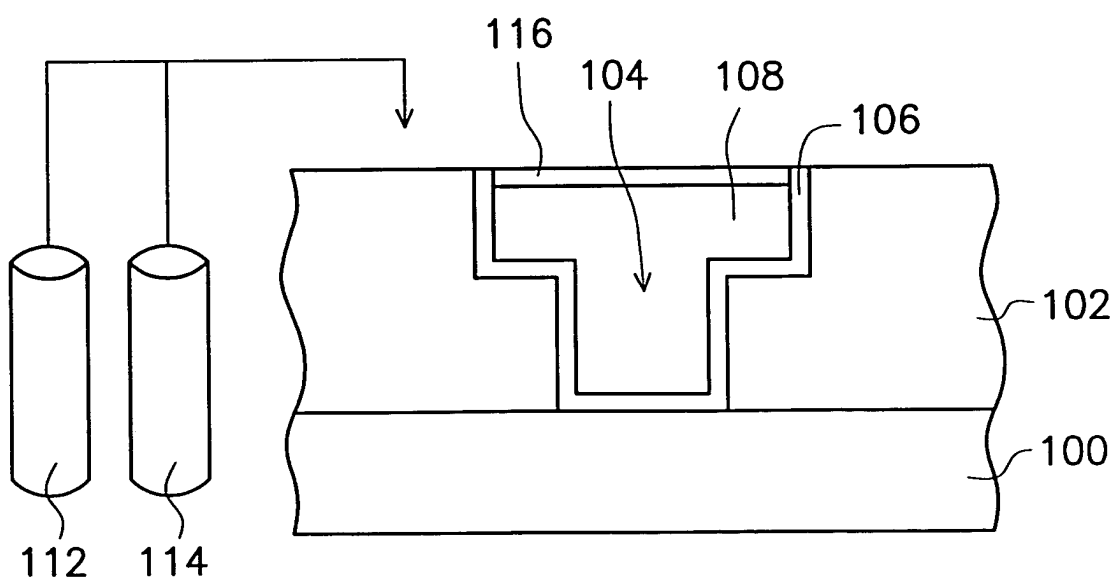
第 1A 圖



第 1B 圖



第 1C 圖



第 1D 圖